

## 【補助事業概要の広報資料】

補助事業番号 27-151

補助事業名 平成27年度 燃料電池スタックの発電状態の非接触診断法の開発補助事業

補助事業者名 北九州市立大学 国際環境工学部 教授 泉 政明

### 1 研究の概要

家庭用燃料電池“エネファーム”や燃料電池自動車に用いられている燃料電池スタックの発電状態を非接触で診断する装置を開発した。本診断法は、発電時の燃料電池スタック周囲の磁界を測定し、その磁界から逆問題解析により燃料電池スタック内部の電流分布を推定し、異常な箇所を検出する。本研究ではこの方法により燃料電池スタック内に故意に設けた異常箇所（10mm×10mm）を検出することに成功した。

### 2 研究の目的と背景

燃料電池は小容量でも高い発電効率が得られたため二酸化炭素の削減が可能であり、また窒素酸化物や硫黄酸化物等の大気汚染物質の排出量削減などの利点を持つ。このような特徴により、環境やエネルギー資源の問題解決の技術的な一手段として燃料電池の開発が進められた結果、2009年に家庭用燃料電池“エネファーム”、更に2014年に燃料電池自動車の市販が開始された。我が国の2030年時点の目標として、家庭用で530万台、自動車用で新車販売台数の5割から7割を掲げている（エネルギー基本計画 2014年）。従って、このような普及時には燃料電池の大量生産が予想される。

燃料電池は膜電極接合体（燃料極／電解質／空気極の接合体、以下MEAと呼ぶ）を数十枚から数百枚積層した構造（スタック）であり、その中の1枚のMEAでも性能が低下すると、スタック全体の発電性能が大幅に低下する。しかし、燃料電池スタックの構造および発電状態に影響を与えることなく、また短時間で簡単に燃料電池の発電性能を診断し、異常箇所の有無を判定する方法がないのが現状である。

本事業では、将来の燃料電池スタックの大量生産時代に備え、燃料電池スタックの発電状態を非接触で診断する装置の開発を目指した。

### 3 研究内容

燃料電池の発電状態の診断装置の全体を図1に示す。幅500mm、奥行き500mm、高さ2100mmの外寸で、アルミフレームで組み立てた。高さのほぼ中央部に燃料電池スタックとその周囲に磁気センサを設けた（図2）。燃料電池スタックの種々の高さ位置で磁界を測定できるよう、燃料電池スタックの位置を任意に変えるための昇降装置を装置の下部に設けた。また、燃料電池スタックの動作温度を90℃以下に保てるように、燃料電池スタックおよび磁気センサを断熱スポンジで囲み外部から温風あるいは冷風を送り

自動温度調節を行った（図3）。このように温風を送風して温度調節を行った理由は、電気ヒータで温度調整を行うと、ヒータから発生する磁界により燃料電池の発電により発生した磁界が乱され、正しい発電状態の診断ができないためである。



図1 発電状態の診断装置

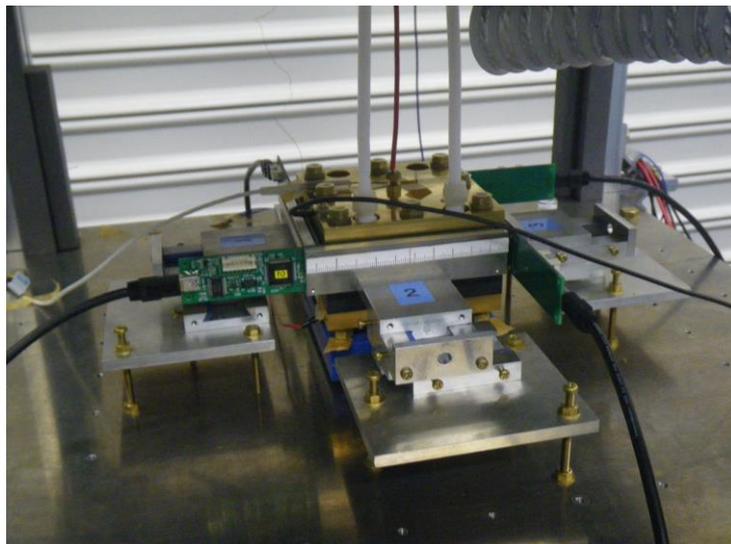


図2 燃料電池スタックとその周囲に配置した磁気センサ

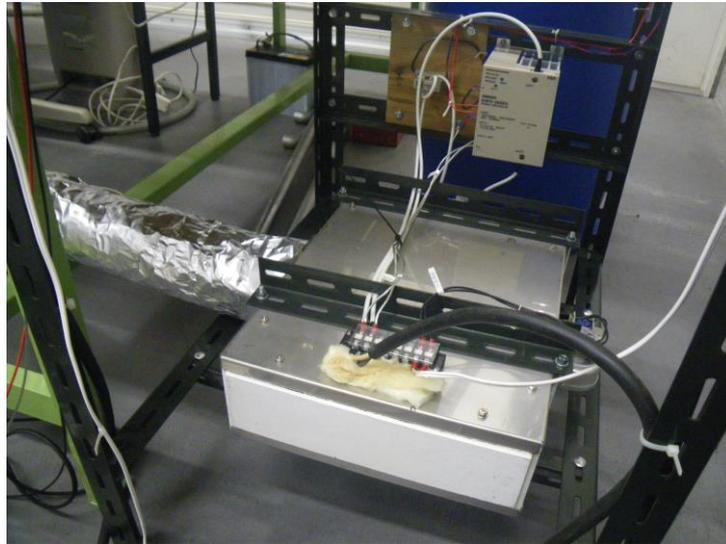


図3 温風発生装置

燃料電池スタックは複数枚のMEAと、これらMEAの間にセパレータを挟んだ積層構造である(図4)。このセパレータ(カーボン製)はMEAの燃料極および空気極それぞれに水素ガスと空気を送るとともに、隣接するMEAを電氣的に接続する役目を担っている。更に燃料電池スタックの両端には、電流を集め取り出すための集電板(銅材の表面を金メッキした板)を配置した。なお、各々のMEAの電極面積は50mm×50mmである。

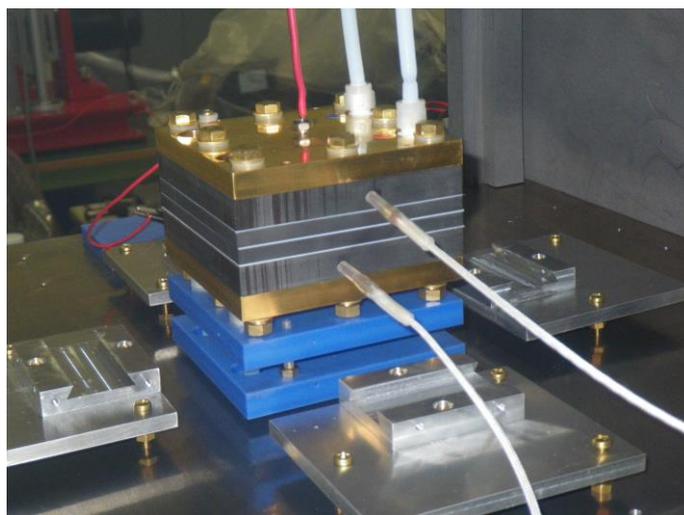


図4 3枚のMEAを積層した燃料電池スタック

3枚のMEAを積層した燃料電池スタックを温度50°Cに保ちながら発電を行い、その時の燃料電池スタック周囲の磁界分布を測定した。本実験では、3枚のMEA全てが正常な電極を有している場合と、3枚のうち1枚のMEAの電極の一部（10mm×10mm）に欠損を故意に設けた場合の2通りでの測定実験を行った。発電中に測定した磁界分布から逆問題解析により電流分布の推定を行った結果、その欠損（異常）箇所を検出することに成功した。

①燃料電池発電状態の非接触診断法の開発

(<http://www.env.kitakyu-u.ac.jp/~izumi01/research.html>)

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

燃料電池は2009年に家庭用のコジェネレーションシステムとして、また2014年には自動車用として市販が開始された。我が国の2030年時の目標として、家庭用で530万台の普及、自動車用で新車販売台数の5割から7割を掲げている。このような普及時には燃料電池の大量生産時代が予想されるが、燃料電池の品質保証を手軽に行える手法が確立されていないのが現状である。本事業では3枚のMEAを積層した燃料電池スタックの電極部分の異常箇所の検出を可能にすることができた。本手法を更に発展させることにより、MEA以外のセパレータなどを含めた燃料電池スタック全体の異常箇所の瞬間的な検出も可能になると予想される。燃料電池の大量生産時代の品質保証の1手段として、燃料電池を活用したエネルギーシステムの普及に大きく貢献できると考えている。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

三井造船において1989年より燃料電池の開発に取り組み、2001年からは北九州市立大学において引く続き燃料電池を対象とした研究を行っている。この間、燃料電池内部の物質移動に関わる研究や発電性能評価法の研究および燃料電池の構造設計・製造法などに取り組んできた。その中で本研究は2004年からその基礎研究を進めているテーマであり、本事業の支援によりその実証性を検証することができた。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

【論文】

Takuya Kitabayashi, Yuji Gotoh, Masaaki Izumi, and Takaaki Nara,  
“Examination of Non-Contacting Measurement Method of Power Generation Current Inside Single Polymer Electrolyte Fuel Cell Using Simulated Annealing”,  
ECS Transactions, Vol. 71 (1), 2016

(<http://ecst.ecsdl.org/content/71/1>)

7 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

燃料電池スタックとその発電状態の非接触診断装置 (図 1～4に掲載)

(2) (1) 以外で当事業において作成したもの

なし

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 北九州市立大学 国際環境工学部 機械システム工学科 泉研究室  
(キタクユウシュウシリツダイガク コクサイカンキョウコウガクブ  
キカイシステムコウガクカ イズミケンキョウシツ)

住 所： 〒808-0135

福岡県北九州市若松区ひびきの1-1

申 請 者： 教授 泉 政明 (イズミ マサアキ)

担 当 部 署： 事務局企画管理課企画・研究支援係 中村 祐馬 (ナカムラ ユウマ)

E-mail： izumi@kitakyu-u.ac.jp

URL： <http://www.env.kitakyu-u.ac.jp/~izumi01/index.html>